

MR2707-43



IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant : Hung-I Wang :
Serial No. : 10/653,078 : Art Unit: 2838
Filed : 3 September 2003 : Examiner: Unknown
Title : CURRENT SENSE APPARATUS AND METHOD
USING A COMBINATION OF A SIMULATION AND
A REAL SENSE FOR A SWITCHING MODE POWER
CONVERTER

TRANSMITTAL LETTER ACCOMPANYING PRIORITY DOCUMENT

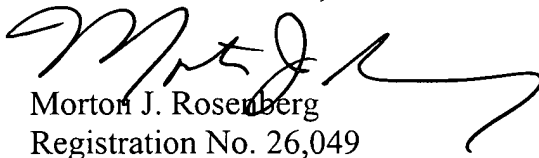
Mail Stop NO FEE
Honorable Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

Applicant, by the undersigned attorney, hereby submits the Priority Document for the above-referenced patent application. The Priority Document is Taiwan Patent Application Serial No. 091121805 having a filing date of 20 September 2002. The priority was claimed in the Declaration for Patent Application as filed.

Please file this priority document in the file of the above-referenced patent application.

Respectfully submitted,
FOR: ROSENBERG, KLEIN & LEE


Morton J. Rosenberg
Registration No. 26,049

Dated: 3 Dec. 2003

Suite 101
3458 Ellicott Center Drive
Ellicott City, MD 21043
Tel: 410-465-6678



04586

PATENT TRADEMARK OFFICE

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

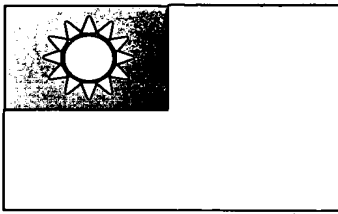
Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**



中華民國經濟部智慧財產局

INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE
MINISTRY OF ECONOMIC AFFAIRS
REPUBLIC OF CHINA

茲證明所附文件，係本局存檔中原申請案的副本，正確無訛，
其申請資料如下：

This is to certify that annexed is a true copy from the records of this
office of the application as originally filed which is identified hereunder:

申請日：西元 2002 年 09 月 20 日
Application Date

申請案號：091121805
Application No.

申請人：立錡科技股份有限公司
Applicant(s)

局長
Director General

蔡練生

發文日期：西元 2003 年 9 月 10 日
Issue Date

發文字號：09220916100
Serial No.

申請日期：	案號：
類別：	

(以上各欄由本局填註)

發明專利說明書

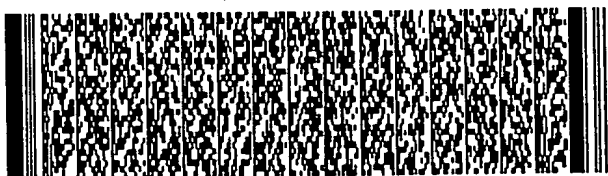
一、 發明名稱	中 文	切換模式直流對直流電源轉換器之半模擬電流感測裝置及方法
	英 文	
二、 發明人	姓 名 (中文)	1. 王弘毅
	姓 名 (英文)	1. Hung-I Wang
	國 籍	1. 中華民國
	住、居所	1. 彰化縣員林鎮明德街46號
三、 申請人	姓 名 (名稱) (中文)	1. 立錡科技股份有限公司
	姓 名 (名稱) (英文)	1.
	國 籍	1. 中華民國
	住、居所 (事務所)	1. 新竹縣竹北市台元街20號5樓
	代表人 姓 名 (中文)	1. 邵中和
	代表人 姓 名 (英文)	1.



四、中文發明摘要 (發明之名稱：切換模式直流對直流電源轉換器之半模擬電流感測裝置及方法)

一種切換模式直流對直流電源轉換器之半模擬電流感測裝置及方法，該轉換器具有一高壓側電晶體連接在一輸入電壓及一輸出節點之間，一低壓側電晶體連接在該節點及一接地點之間，並從該輸出節點經一電感輸出一輸出電壓及一輸出電流，該裝置係利用一直流信號產生電路量測通過該低壓側電晶體之電流而產生一正比於該低壓側電晶體電流直流成分的直流信號，以及利用一斜坡信號產生電路在一時脈週期的前半週期產生一斜率正比於該輸入電壓與輸出電壓之差值的斜坡信號，再使用一加法器將該直流信號及斜坡信號結合產生一電流感測信號。

英文發明摘要 (發明之名稱：)



本案已向

國(地區)申請專利

申請日期

案號

主張優先權

無

有關微生物已寄存於

寄存日期

寄存號碼

無

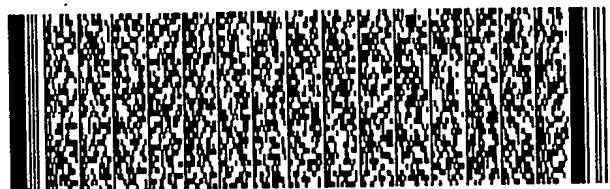
五、發明說明 (1)

發明領域

本發明係關於一種切換模式直流對直流電源轉換器，特別是有關一種提供一極似切換模式直流對直流電源轉換器的真實輸出電流之電流感測信號的裝置及其方法。

發明背景

直流對直流電源轉換器已經廣泛的使用在電源供應器電路上，準確地感測每一相位的電流，而使得各相位的電流平衡係一重要的課題。在習知技術中，直流對直流轉換器若需要產生電流感測信號，常使用外部感測電阻，例如，串聯一小阻值功率電阻、功率元件導通阻值或電感、電容之等效串聯阻值(equivalent series resistance; ESR)。圖一係習知之電流感測器10，其包括一高壓側MOS電晶體在一高壓電源 V_{in} 及輸出節點106之間，一低壓側MOS電晶體在該輸出節點106及一接地點之間，一電感108從輸出節點106引出輸出電流 I_L 及輸出電壓 V_o ，一負載電容112及負載電阻114連接轉換器輸出端116，為感測輸出電流 I_L ，一感測電阻110串聯電感108，並且一運算放大器118將感測電阻110兩端的壓降放大以產生一電流感測信號 V_{IS} 。然而，該感測電阻110兩端的壓降的直流(DC)值產生正比於輸出電流 I_L 之DC值產生的輸出電壓調節誤差，再者，由於在系統中寄生雜訊元件引起的切換雜訊，該感測電阻110兩端的壓降的交流(AC)部分的訊號對雜訊比(SNR)很低。此雜訊導致所量測之電感電流上升斜率的誤差可能



五、發明說明 (2)

導致轉換器不穩定及失效故障。而且，感測電阻110造成額外功率的消耗進而降低轉換器的效能。

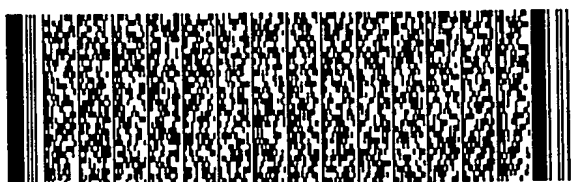
為避免上述的問題，美國專利第6,377,032號提出一種方法及裝置，係利用三個電流源模擬電流感測信號以達到近似輸出電流的效果，其使用一正比於輸入電壓與輸出電壓之差值的第一電流源對一電流感測電容充電以模擬信號的上升部分，以及使用一與輸出電壓具有比例關係的第二電流源對該電流感測電容放電以模擬信號的下降部分，藉以產生一漣波，同樣使用一與輸出電壓成比例的第三電流源對一斜坡電容充電並利用一開關來控制第三電容的充放電以產生一斜坡波形，再將漣波及斜坡波形結合產生近似輸出電流的電流感測信號，然而，此電路較為複雜且由於該電流感測信號完全經由模擬產生，故不具物理意義，因此，一種提供一極似切換模式直流對直流電源轉換器的真實輸出電流之電流感測信號，且電路更為簡單的電流感測裝置及方法乃為所冀。

發明之目的與概述

本發明目的之一，在於提供一極似切換模式直流對直流電源轉換器的真實輸出電流之電流感測信號的電流感測裝置及方法。

本發明目的之一，另在於提供一種半模電流感測裝置及方法，以產生具有物理意義之電流感測信號。

根據本發明，一切換模式直流對直流電源轉換器具有

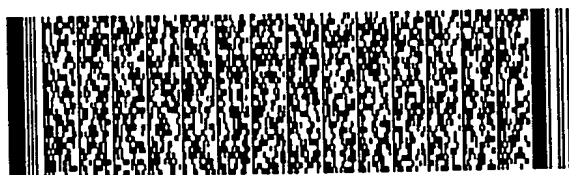
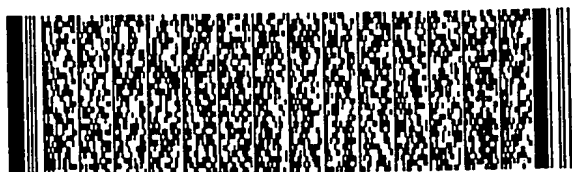


五、發明說明 (3)

一高壓側電晶體連接在一輸入電壓及一輸出節點之間，一低壓側電晶體連接在該節點及一接地點之間，並從該輸出節點經一電感輸出一輸出電壓及一輸出電流，一種半模擬電流感測裝置及方法係利用一直流信號產生電路量測通過該低壓側電晶體之電流而產生一正比於該低壓側電晶體電流直流成分的直流信號，以及利用一斜坡信號產生電路產生一斜率正比於該輸入電壓與輸出電壓之差值的斜坡信號，其中該斜坡信號產生電路包括一電流源產生一正比於該輸入電壓與輸出電壓差值之充電電流在一時脈週期的前半週期對一電容充電以產生該斜坡信號，再使用一加法器將該直流信號及斜坡信號結合產生一電流感測信號。

詳細說明

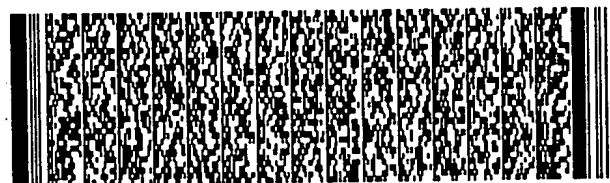
圖二係根據本發明之電流感測裝置21之方塊圖，轉換器的輸出級20連接在一輸入電壓 V_{in} 及一接地點之間，該輸出級20經由一電感202引出一輸出電流 I_L 及輸出電壓 V_o 在轉換器輸出端204上，一直流信號產生電路22連接該輸出級20，同時接收一時脈DTC，該直流信號產生電路22從輸出級20量測該輸出電流 I_L 以產生一正比於該輸出電流 I_L 直流成分之直流信號 $V_{ISG}(DC)$ ，一斜坡信號產生電路24，連接該輸入電壓 V_{in} 、輸出電壓 V_o 及時脈DTC，並在該時脈的前半週期產生一斜率正比於該輸入電壓 V_{in} 與輸出電壓 V_o 之差值的斜坡信號 $V_{ISG}(ramp)$ ，一加法器26，分別接收該直流信號及斜坡信號，並將該直流及斜坡信號結合以產



五、發明說明 (4)

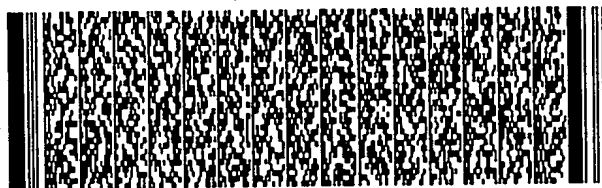
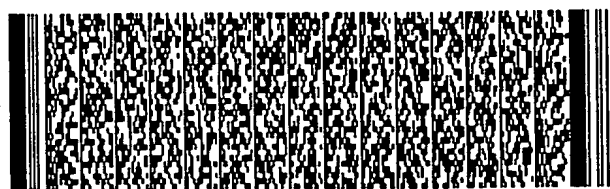
生一極似輸出電流 I_L 之電流感測信號VISG。此直流信號VISG(DC)係圖四中波形60的下端部分，其經由量測輸出電流 I_L 所得，故與該輸出電流 I_L 的直流部分成一比例關係，此外，由於已知輸出電流 I_L 的上升部分與輸入電壓 V_{in} 及輸出電壓 V_o 之間的差值成一比例關係，因此，可模擬出該輸出電流 I_L 的上升部分，所模擬出的波形如圖四中的波形59所示，再者，就信號的控制而言並不需模擬信號下降的部分，故不需多增信號下降的模擬電路，因而可減少成本並減少電路的複雜度，此外，本發明直接量測輸出電流 I_L 的直流部分，故該信號具有物理意義。

圖三(A)係圖二之電流感測裝置之實施例電路，其包括一高壓側MOS電晶體402連接在輸入電壓 V_{in} 及節點406之間、一低壓側MOS電晶體404的一端連接該節點406、一電感412連接在該節點406及轉換器輸出節點410之間、一直流信號產生電路42連接在該低壓側MOS電晶體的另一端、一斜坡信號產生電路44連接該輸入電壓 V_{in} 及輸出電壓 V_o ，以及一加法器46具有兩個正輸入462及464分別連接該直流信號產生電路42及斜坡信號產生電路44。其中該斜坡信號產生電路44包括一加法器442具有一正輸入4422連接該輸入電壓 V_{in} 及一負輸入4424連接該輸出電壓 V_o 以產生一差值 $(V_{in}-V_o)$ 、一傳導放大器444從該差值轉換出一正比於該差值之充電電流 I_r 對一電容48充電、一開關446在該傳導放大器444及電容48之間，以及另一開關448與電容48並聯，藉由一時脈DTC控制開關446及448的開啟及閉



五、發明說明 (5)

合，其在時脈DTC的前半週期時導通該傳導放大器444及電容48之間的連接，並打開開關448，使得充電電流對該電容48充電產生一斜率正比於該差值($V_{in}-V_o$)的斜坡信號VISG(ramp)從一節點450輸出，在後半週期時，切斷該傳導放大器444及電容48之間的連接以停止對電容48的充電，並閉合開關448以使電容48上之電壓放電至零，直至下個週期開始時才再對該電容48充電，如圖四中波形59。由圖三可知，該斜坡信號VISG(ramp)的斜率 $SLP = I_r/C_r$ ，而 $I_r = g_r(V_{in}-V_o)$ ，故 $SLP = g_r(V_{in}-V_o)/C_r$ ，其中 C_r 係電容48之電容值， g_r 為傳導放大器444的增益值。如圖三(A)所示，直流信號產生電路42包括使用一量測電阻426連接在該低壓側MOS電晶體404及一接地點之間，再使用一運算放大器422當作一量測電路量測該量測電阻426的壓降以產生一正比於流經該低壓側電晶體電流的信號VISD，接著，利用一取樣及維持電路424接收該時脈DTC及信號VISD，並在每個時脈週期結束時記錄並取樣該信號VISD的值以輸出一直流信號VISG(DC)。圖三(B)係直流信號產生電路42的另一實施例，其同樣使用運算放大器422當作一量測電路，再將量測到的信號VISD傳送至取樣及維持電路424以輸出一直流信號VISG(DC)，其與前述不同之處在於，其直接量測該低壓側MOS電晶體404之壓降以產生該信號VISD，此時係以MOS電晶體404的導通阻值作為量測電阻。由圖三(A)可知，直流信號 $VISG(DC) = I_L(DC) \times R_{SL} \times K_1$ ，其中 $I_L(DC)$ 係圖四中輸出電流波形50的直流部

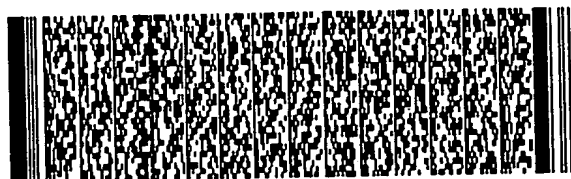


五、發明說明 (6)

分，RSL係圖三中之量測電阻426之阻值，K1係運算放大器422之增益值。最後，該加法器46結合該直流信號VISG(DC)及斜坡信號VISG(ramp)以產生一極近似該輸出電流IL波形之電流感測信號VISG。

在圖四中，波形50係圖三(A)中流經電感428之輸出電流波形，波形52係圖三(A)中高壓側電晶體402的控制信號，波形54係圖三(A)中低壓側電晶體404的控制信號，波形56係圖三(A)中時脈週期DTC之波形，波形57係圖三(A)中運算放大器422所輸出之信號VIGD的波形，波形58係圖三(A)中取樣及維持電路424所輸出之直流信號VISG(DC)的波形，波形59係圖三(A)中節點450所輸出之斜坡信號VISG(ramp)的波形，波形60係圖三(A)中加法器46結合該直流信號及斜坡信號所產生之電流感測信號波形。

以上對於本發明之較佳實施例所作的敘述係為闡明之目的，而無意限定本發明精確地為所揭露的形式，基於以上的教導或從本發明的實施例學習而作修改或變化是可能的，實施例係為解說本發明的原理以及讓熟習該項技術者以各種實施例利用本發明在實際應用上而選擇及敘述，本發明的技術思想企圖由以下的申請專利範圍及其均等來決定。



圖式簡單說明

對於熟習本技藝之人士而言，從以下所作的詳細敘述配合伴隨的圖式，本發明將能夠更清楚地被瞭解，其上述及其他目的及優點將會變得更明顯，其中：

圖一係習知電流感測電路之示意圖；

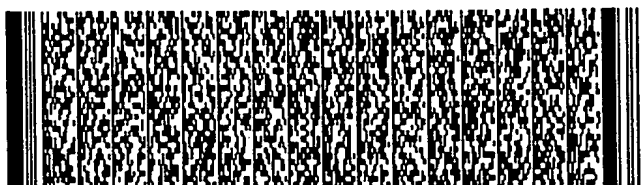
圖二係根據本發明之電流感測裝置之方塊圖；

圖三係圖二之電流感測裝置之實施例電路；以及

圖四係圖三的電路所產生之時序圖。

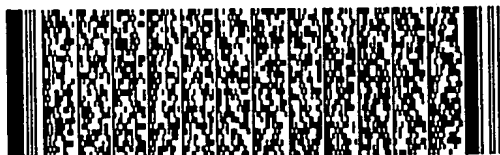
圖式標號說明

- 10 電流感測器
- 102 MOS電晶體
- 104 MOS電晶體
- 106 輸出節點
- 108 電感
- 110 感測電阻
- 112 負載電容
- 114 負載電阻
- 116 轉換器輸出端
- 118 運算放大器
- 20 輸出級
- 21 電流感測裝置
- 202 電感
- 204 轉換器輸出端
- 22 直流信號產生電路



圖式簡單說明

- 24 斜坡信號產生電路
- 26 加法器
- 402 高壓側電晶體
- 404 低壓側電晶體
- 406 節點
- 410 轉換器輸出端
- 412 電感
- 42 直流信號產生電路
- 422 運算放大器
- 424 取樣及維持電路
- 426 量測電阻
- 44 斜坡信號產生電路
- 442 加法器
- 444 傳導放大器
- 446 開關
- 447 開關
- 46 加法器
- 450 節點
- 48 電容



六、申請專利範圍

1. 一種切換模式直流對直流電源轉換器之半模擬電流感測裝置，該轉換器具有一高壓側電晶體連接在一輸入電壓及一輸出節點之間，一低壓側電晶體連接在該節點及一接地點之間，並從該輸出節點經一電感輸出一輸出電壓及一輸出電流，該裝置包括：

- 一斜坡信號產生電路，以在一時脈週期的前半週期產生一斜率正比於該輸入電壓與輸出電壓之差值的斜坡信號；
- 一直流信號產生電路，以量測通過該低壓側電晶體之電流而產生一正比於該低壓側電晶體電流直流成分的直流信號；以及
- 一加法器，以結合該斜坡信號及直流信號產生一電流感測信號。

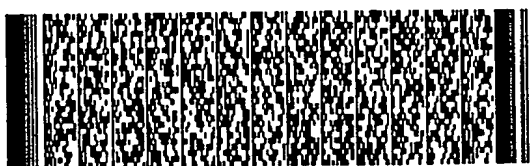
2. 如申請專利範圍第1項之裝置，其中該斜坡信號產生電路包括：

- 一電流源，提供一充電電流；以及
- 一電容性元件，被該充電電流充電，以產生該斜坡信號。

3. 如申請專利範圍第2項之裝置，其中該充電電流正比於該輸入電壓與輸出電壓之差值。

4. 如申請專利範圍第2項之裝置，其中該電流源包括：

- 一第二加法器，具有一正輸入接收該輸入電壓，及一負輸入接收該輸出電壓以產生該差值；以及



六、申請專利範圍

一傳導放大器，從該差值轉換出該充電電流。

5. 如申請專利範圍第2項之裝置，其中該斜坡信號產生電路更包括一開關在該電流源及電容之間，並受控於該時脈以連接該電流源與電容性元件。

6. 如申請專利範圍第1項之裝置，其中該直流信號產生電路包括：

一電阻性元件，連接在該低壓側電晶體與接地點之間，以產生一壓降；

一量測電路，根據該壓降產生一量測信號；以及

一取樣及維持電路，在該時脈週期結束時對該量測信號取樣並維持，以產生該直流信號。

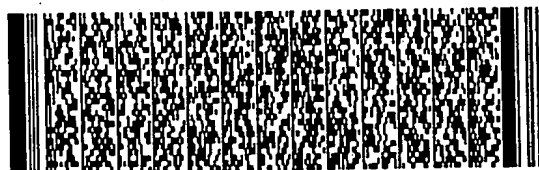
7. 如申請專利範圍第1項之裝置，其中該直流信號產生電路包括：

一量測電路量測該低壓側電晶體之壓降，以產生一量測信號；以及

一取樣及維持電路，在該時脈週期結束時對該量測信號取樣並維持，以產生該直流信號。

8. 一種為切換模式直流對直流電源轉換器半模擬一電流感測信號的方法，該轉換器具有一高壓側電晶體連接在一輸入電壓及一輸出節點之間，一低壓側電晶體連接在該輸出節點及一接地點之間，並從該輸出節點經一電感輸出一輸出電壓及一輸出電流，該方法包括下列步驟：

量測通過該低壓側電晶體的電流以產生一正比於該低壓側電晶體電流直流成分的直流信號；



六、申請專利範圍

在一時脈週期的前半週期產生一斜率正比於該輸入
壓與輸出電壓之差值的斜坡信號；以及

結合該斜坡信號及直流信號以產生該電流感測信號。

9. 如申請專利範圍第8項之方法，其中該斜坡信號的
產生包括使用一充電電流對一電容性元件充電。

10. 如申請專利範圍第9項之方法，更包括產生該充電
電流正比於該輸入電壓與輸出電壓之差值。

11. 如申請專利範圍第10項之方法，其中該充電電流
的產生包括下列步驟：

從該輸入電壓減去該輸出電壓以產生該差值；以及
從該差值轉換出該充電電流。

12. 如申請專利範圍第9項之方法，更包括使用該時脈
控制以連接該充電電流至該電容性元件。

13. 如申請專利範圍第8項之方法，其中該直流信號的
產生包括下列步驟：

連接一電阻性元件在該低壓側電晶體與接地點之間，
以產生一壓降；

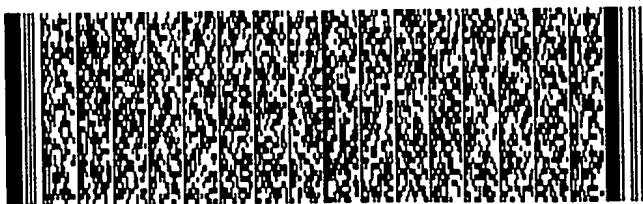
根據該壓降產生一量測信號；以及

在該時脈週期結束時對該直流信號取樣及維持，以產
生該直流信號。

14. 如申請專利範圍第8項之方法，其中該直流信號的
產生包括下列步驟：

量測該低壓側電晶體的壓降；以及

根據該壓降產生該量測信號。

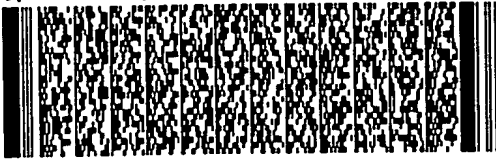


六、申請專利範圍

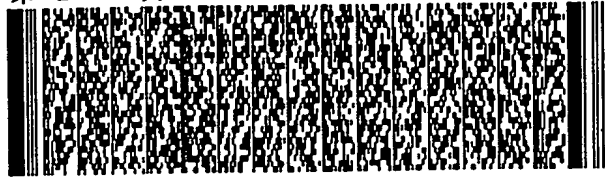
在該時脈週期結束時對該直流信號取樣及維持，以產生該直流信號。



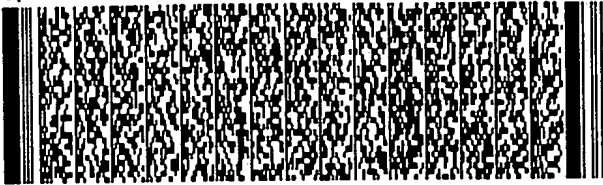
第 1/15 頁



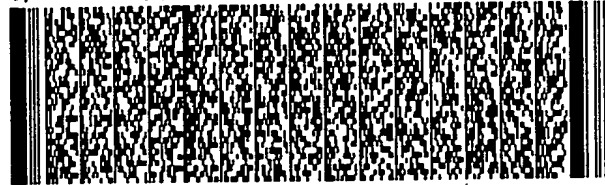
第 2/15 頁



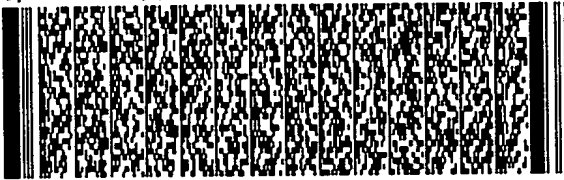
第 4/15 頁



第 4/15 頁



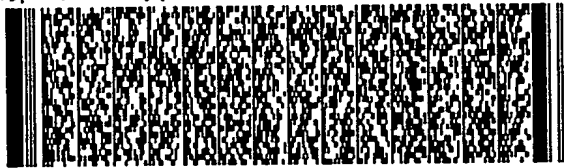
第 5/15 頁



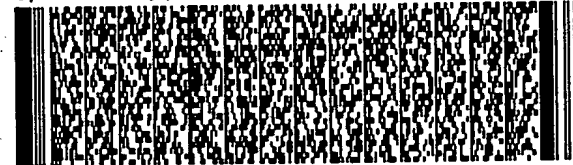
第 5/15 頁



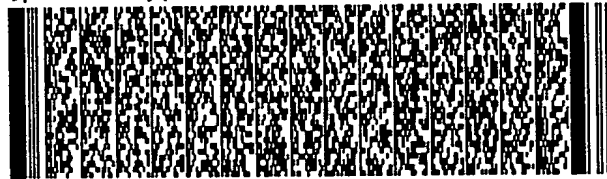
第 6/15 頁



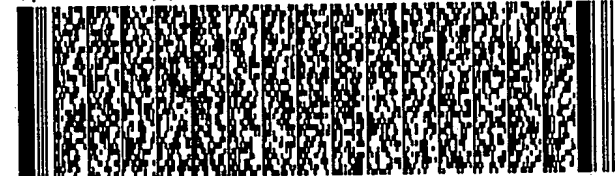
第 6/15 頁



第 7/15 頁



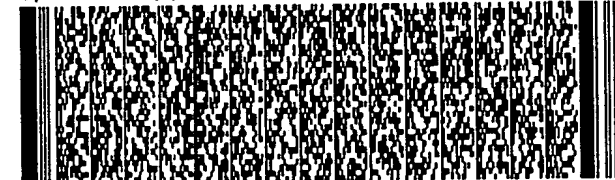
第 7/15 頁



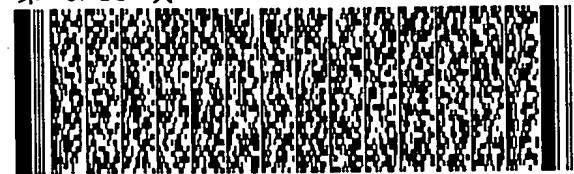
第 8/15 頁



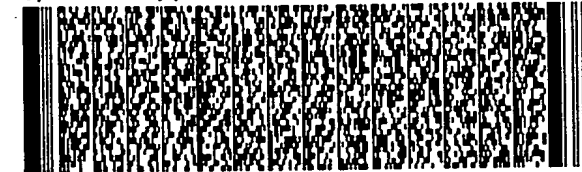
第 8/15 頁



第 9/15 頁



第 9/15 頁



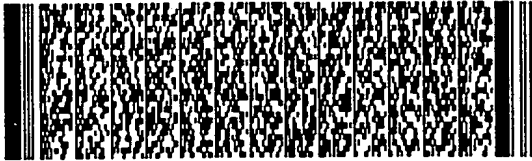
第 10/15 頁



第 11/15 頁



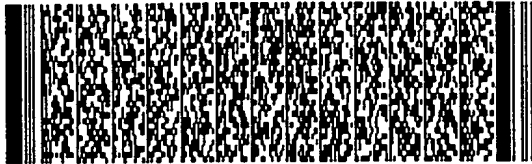
第 12/15 頁



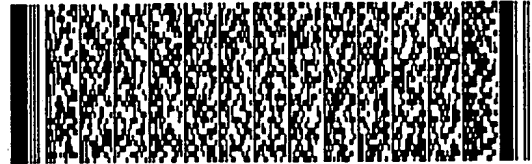
第 12/15 頁



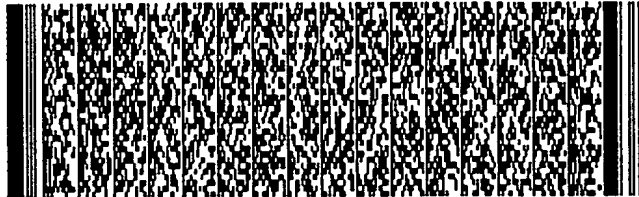
第 13/15 頁



第 13/15 頁

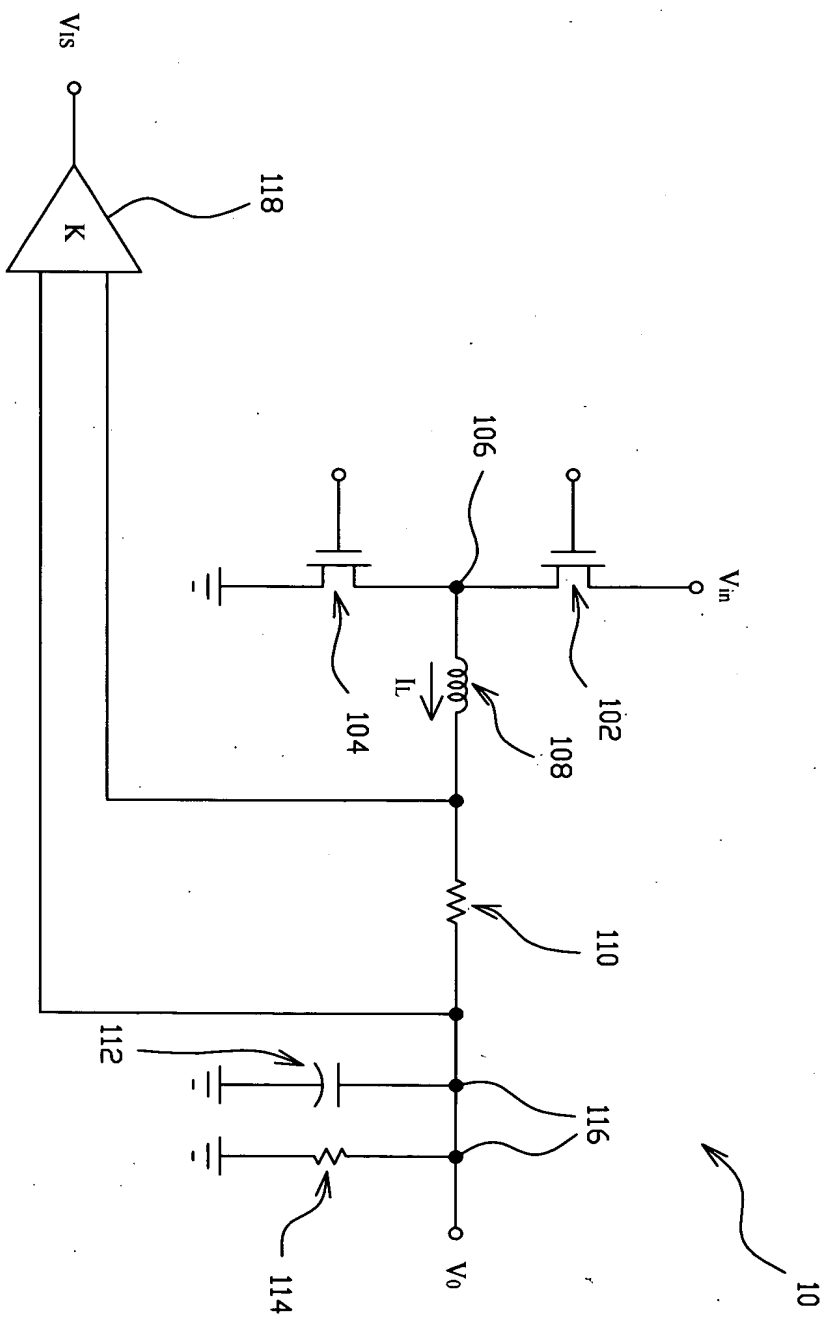


第 14/15 頁

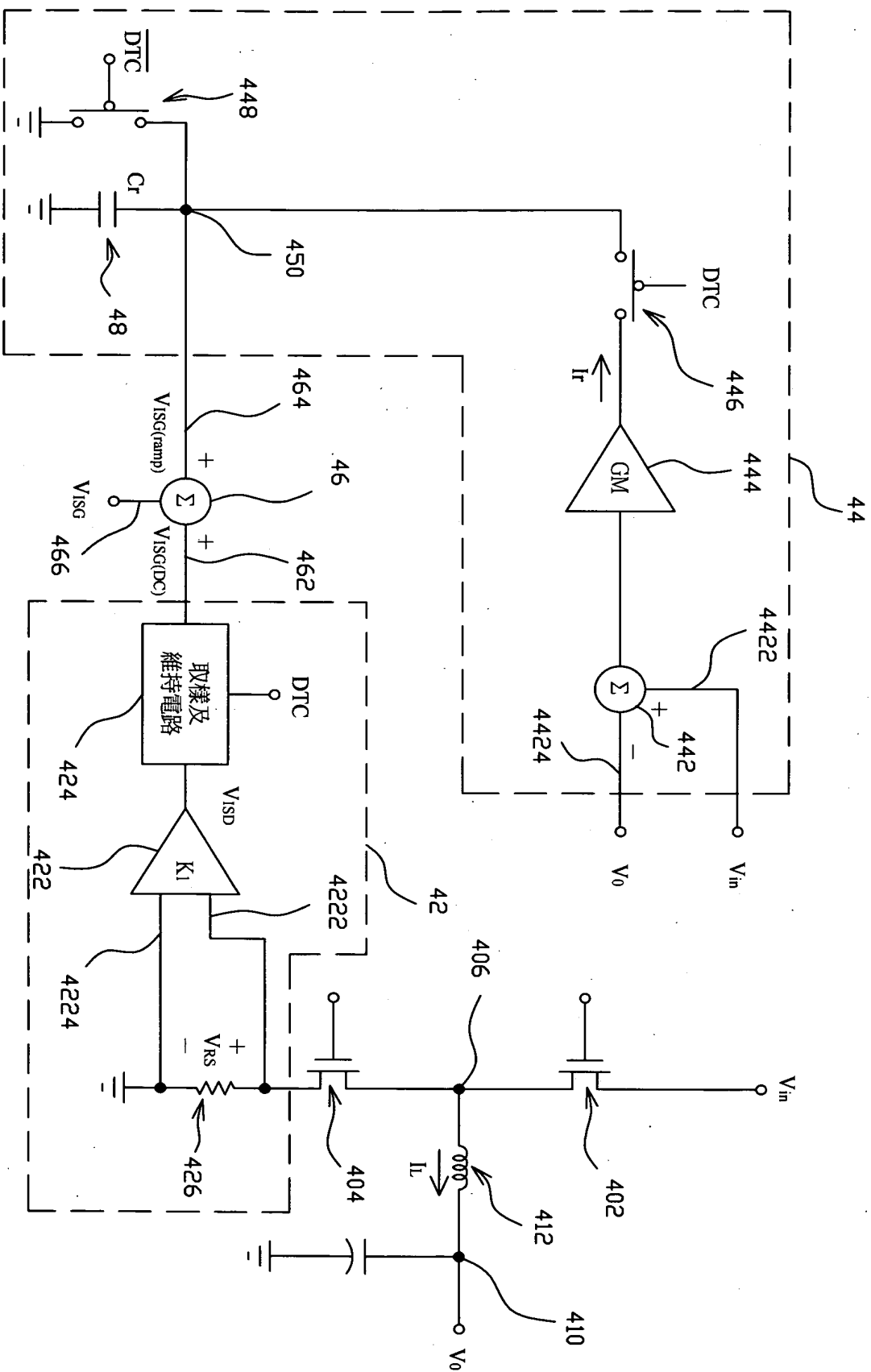


第 15/15 頁

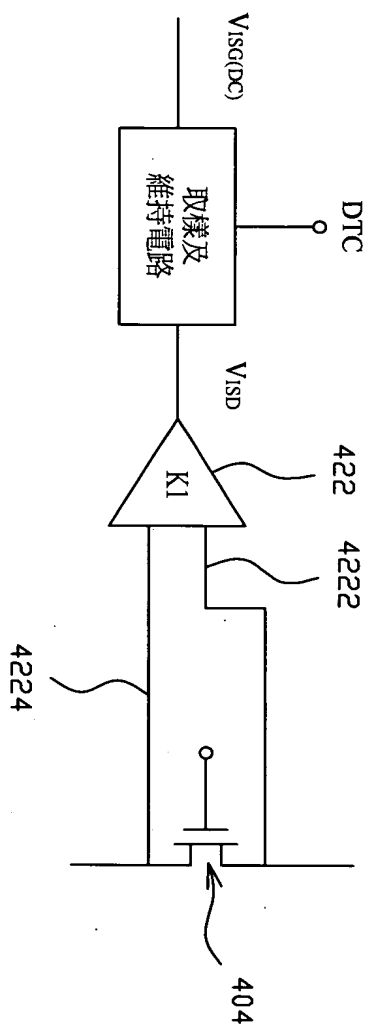




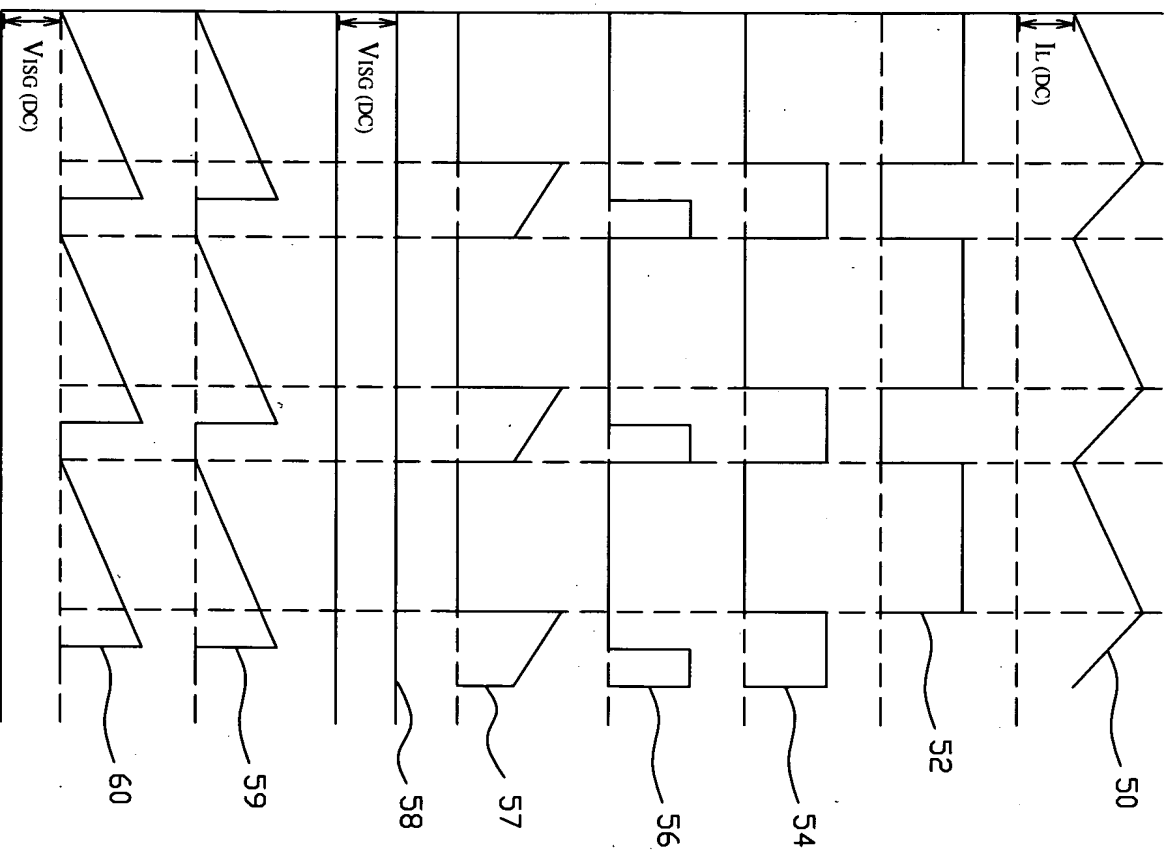
圖一



圖三(A)



圖三(B)



圖四